

## 第 3 章

# 研 究

### 3.1 自适应学习的深度辨析

众多教育机构和研究计划制造出了一系列重叠的名词概念,包括“适应性学习”“自适应性学习”“智适应学习”“个性化学习”“区别式学习”,定义如此杂多,很难在交流层面达成共识。对于“自适应学习”概念的讨论,造成了一种闹哄哄的局面。

那么,自适应学习到底是什么呢?

事实上,“自适应学习”这一概念最早由美国学者彼得·布鲁希洛夫斯基(Peter Brusilovsky)提出,他认为,自适应学习系统是收集学生在学习过程中与系统交互的数据,创建学习者模型,克服以往教育中体现的“无显著差异”问题。美国教育部教育信息化办公室(U.S. Department of Education, Office of Educational Technology)提出,“可以根据学习者在课程过程中反馈回来的信息,动态地转变内容及内容呈现方式、学习策略等”。这些定义强调自适应学习系统自适应是通过对实时交互数据的收集实现的,并且根据对这些数据的解析提供个性化的服务,自适应是基于对数据的收集和解析的。

对自适应学习平台的定义,国内与国外有一定的差异。例如,国内学者徐鹏和王以宁对自适应学习的定义:“针对个体学习过程中的差异而提供适合个体特征的学习支持的学习系统。”<sup>①</sup>黄伯平、赵蔚和余延冬等则从“连通性、内容、文化”三个层面阐述了自适应的定义。

<sup>①</sup> 徐鹏,王以宁.国内自适应学习系统的研究现状与反思[J].现代远距离教育,2011,(1): 25-27.

自适应学习平台是一种通过解析收集到的学生实时交互数据引导学生学习的学习系统,可在特定的时刻为特定的学生提供特定的知识。

可以看出,国内的定义相对来说较简洁,强调自适应学习系统能为学生提供个性化学习服务,而其实现途径是通过记录学习者学习行为、学习风格、认知水平等与学习者自身背景因素相关的数据,并对其进行综合分析,就此提供相应的个性化服务。

但总体来说,二者都强调计算机系统通过一系列学习分析技术帮助学习者实现个性化学习。自适应学习系统通过技术手段检测学生目前的学习水平和状态,并且就此不断地调节学生的学习过程和学习路径。这里涉及数据科学、教育统计学、学习科学、机器学习等领域的最新技术。

因而,根据这些定义,任何一个自适应学习系统至少有以下三个基本的组成部分。

第一是知识领域模型。首先将学习内容按设计好的知识图谱放到系统里,系统并不知道学生要学习什么,因此须告诉系统学习的内容。

第二是学习者模型。软件系统记录学生的基本状况、学习目标、学习风格、知识状态、学习经历等各种个人信息,并且通过实时测评,不断调整学生在每个知识点的水平。如果无法建立有效的学习者模型,就不能依据学习者的特征实现学习的适应性。

第三是教学模型。软件系统依据学生在每个知识点的能力水平,匹配并且找出最适合学生下一步学习的内容。

其中,最复杂的是学习者模型,也是实现个性化学习的关键。由于每个学生都不一样,学生各种特征在学习过程中会不断发生变化,并对学习效果产生影响,所以要实时检测每个学生在每个知识点的能力水平,这是一个非常复杂的过程。

自适应学习绝不是几个算法与公式“套上”题目测试那么简单,而是人工智能在教学中的应用,其关键之一是知识的吸收、维护、分析和应用。因此,学习者与知识之间的这个交互很难做,背后是海量的学习行为信息。

这也是自适应学习和适应性测评一个根本性的区别。

早在20世纪80年代的一些测评系统中,如美国的G21托福机考系统,其实都具有一定的自适应功能,但这些测评系统只能依据知识领域模型给出一种对所有学生水平统一不变的定位测评。譬如,托福机考系统就是定位学生在语法、词汇方面是处于550、650的

水平,还是处于 720 的水平。

自适应学习则不同,它通过测评不断地调整对学习者的定位,并根据学习者做完的每一个题目或每一组题目对应的水平不断地为学生匹配最适合学习的知识。这其实相当于无数个自适应测评的组合,是一个动态测评与调整的过程。传统的自适应测试与人工智能的自适应学习的对比见表 3.1。

表 3.1 传统的自适应测试与人工智能的自适应学习的对比

	传统的自适应测试(基于预定规则)	人工智能的自适应学习(基于机器学习)
介绍	运用一系列“如果 A,那么 B”的规则,程序的复杂度会因采用规则的数量、深度和广度而不同,也会受可选择内容的数量影响	应用高级数学公式及机器学习的方法分析一般学生成功掌握每一门课程内容知识点的概率,并和每个学生在该知识点的能力水平进行对比分析,从而实时为该学生选择最合适的学习内容
优势	以内容为导向,系统的功能有规律可循,更易于理解	充分利用计算机的数据分析能力,为每个学生提供越来越精确的自适应辅导。随着管理大量数据的云计算技术的进步,此类系统的计算能力以及相应的适应能力也随之越来越强
不足	适应学生的能力水平和需求相对受限,学生可能的学习路径是预先确定的,选择范围也相对有限	技术上比较复杂,技术门槛和开发成本高,课程的开发一般需要由内容专家和教学设计专家一起协作完成

其实,若规则能够预先设定,则其必定是有限的,可是各个学习者的学习状态与能力水平却是无穷的。

例如,一元一次方程与一元二次方程,学习者学完一元二次方程之后没有学会,对于 a 学习者,你能够让他跳回一元一次方程,那 b 学习者呢,你是让他跳回一元一次方程,还是求根? 那 c 学习者呢,他或许连以前最基本的方程的移位都没有学会。因此,更高级的系统是要充分利用计算机的运算能力,通过算法实现动态的为学习者匹配下一步该学的内容。

这就像以前我们听说的 IBM 的深蓝可以打败国际象棋大师,却不是深蓝比国际象棋大师更聪明一样,只是深蓝充分地利用了计算机超强的计算能力强行计算出了所有可能,依据每一步下的棋,计算下一步棋该怎么走。

因而,一些教育科技专家主张,自适应学习的发展应分为 3 个阶段。

自适应测试：以 IRT 模型动态调整题目，能够准确反映被测试者统一的水平，但无法深入到知识点的层面，不能对个体学生的学习起到指导作用。

自适应测量：使用更细致的标签和复杂的算法，找到学生在知识和能力上的薄弱点，但不能做到真正的“解决问题”。

自适应学习：发现问题后，能够依据学习者模型，通过精确的知识推送解决个性化学习的问题。

也可以依据自适应学习系统对学习内容和学习水平的细分进行分类，大体分为粗放式和精细式。

粗放式自适应学习系统其实就是设置一些节点，如学生去上传统培训班时，培训机构给学生进行学前测评，到底是上七年级 A 班，还是 B 班，或者应该回到六年级去上培训。

若做得更精细，能够在每个单元、每个知识点给学生测评，学生若学会了，就能够进入下一步学习；若没有学会，就继续学习。

若我们把这个节点做得更细，规则做得更复杂，譬如学生不仅能够往前跳，而且还能够往回跳，这样，系统能够做得越来越精细，也越来越复杂。

### 3.1.1 自适应学习和大数据、人工智能的关系

谈到自适应学习时，常常提到大数据和人工智能，它们二者同样要作数据分析，人们有时会把它们混为一谈。该怎么区分人工智能与大数据？它们二者与自适应学习究竟是什么关系呢？

#### 1. 大数据、人工智能与自适应学习的关系

首先，大体上了解一下大数据与人工智能，并弄清二者的关系。

所谓大数据，需要多“大”才算是“大数据”。其实，大数据(big data)是对数据和问题的描述，通常被广泛接受的定义是 3 个 V 上的“大”：数据量(volume)，数据速度(velocity)，还有数据类别(variety)。大数据是指对应在这三个层面上因为“大”而带来挑战的技术和方案。因此，“大数据”形容的不只是数据的数量，它包含三个特征：数量、维度和完备程度。数据必须具备数量大、多维度和高完备程度三大特征，才能称为大数据；

这意味着需要依据行业所处的规模判断大数据分析的价值,规模越大,价值就越大,若规模较小,则数据分析仅能作参考。

此外,维基百科对大数据有了更具体的说明。大数据是指所涉及的数据量规模巨大到不能通过人工在合理时间内解读和处理的信息。这个量级如今业内普遍认为必须不少于1TB(1TB=1024GB,1GB=1024MB),相当于至少数千万上亿条数据信息。由此可推断,并不是所有的数据分析都适合大数据,若是数据系统刚运行不久,需要谨慎看待数据,由于在数量未达到充分多之前,数据分析可能会将数据分析师或机器引向偏见的误区。

作为机器的人工智能,除了要求数据的数量要充分大以外,数据信息的维度和完备程度对人工智能的学习也非常重要。若是先给机器一个数据:39,它或者不能够从数字中有任何发现,这只不过是一个大于38而小于40的数,除此之外,无法获得更多信息;接着,若再给多一点儿的信:39度,那么这个数据表示的是角度,或是温度;然后,再添加一个具体信息:39摄氏度,这显然是温度,而且是相对高的温度;最后,再告诉你这是某人的口腔温度读数,因而这时候,机器才能够知道这个人的体温超过了39摄氏度,说明他生病了。数据信息每多增加一个维度,机器对数据的理解就会发生显著变化。所以,数据维度越多,完备程度越高,传递的信息就越具体,机器才能“把全部点连成线”,形成有利于人们理解的数据,并且就此作出有价值的分析。

人工智能和大数据都有类似的技术,如大量的数据、数据挖掘、行业模型等。如何区分它们二者?大数据更多强调的是通过数据分析获得洞察,并通过这些洞察进行预测。另外,传统的大数据分析会运用模型或机器学习的方法,但更多的是靠数据专家主导完成的。人工智能更强调人和机器之间自然的交互,这些维度都不是传统的大数据分析强调的。另外,人工智能目前成长很快的一个领域为深度学习(deep learning),它的学习方法与传统大数据方法不同,更多的是基于通过自学大量数据的方式得到的模型,而不需要很多的人为干预,这从学习方法上来讲和大数据分析有很多不同的地方。

更简明的说法是,大数据的目的是为了找到最好的数据,而人工智能是为了找到最好的算法。大数据是为了找到某一件事最正确的答案,而人工智能是为了找到做这一类事最好的解决方法。大数据在某种意义上是人工智能的基础,没有充分完备的大数据为基础,就难以实现精确有效的人工智能。另一方面,人工智能是大数据在某些方面的拓展与

应用,大数据除了人工智能的应用方向,还有实时反馈、预测和商业智能等应用方向。例如,通过挖掘各类学习行为、知识背景数据,找到学习效果和各个因素的关联,加强我们对学习的理解。这种关联和理解能帮助我们预测学习行为,修正教育体系和政策。大数据即使不进入人工智能领域,那些海量数据的学习分析报告也非常有用。

总而言之,人工智能从历史和研究角度来讲,主要目的是为了让机器表现得“更像人”。大数据分析属于人工智能的一个维度。与大数据相比,人工智能的范围更广,技术也更先进。

换句话说,人工智能是为了提供特定技能的服务取代一类人或一些人,例如,无人驾驶的人工智能是为了在某些情况下取代司机为人类服务,自适应学习的人工智能是为了在某些技能或工作上取代教师。

教师有优秀与普通之分,优秀的教师和普通的教师区别在哪里?作为学生,他们都可能遇到过这样的好教师——他们的课堂中,学生从不缺席,不论怎样的学生,只要他们一教,定能提分。这些都会被总结为一个词——经验,有经验的教师就像一个老中医,一把脉便知道学生的弱项,能给出针对性的解决方案。当人工智能遇上教育,我们便在想能否把好教师这个虚幻的“经验”,通过算法和数据变成确定的程序和关联,复制下来广泛运用。

实现这一切需要依靠数据和算法。不过,这里的数据虽然很“微小”,但由于数据量大、维度多、完备性高,仍然是“大数据”。例如,单个学生学习过程中众多微小的学习反馈数据,这些众多的微小数据在数量、维度和完备程度方面都可能达到“大”的标准。

这些数据能够让我们看清楚每个学生的学习动机、学习过程以及学习效果。并且,通过对这些数据的采集和挖掘,像西医一样,拍个X光片,诊断每个学生的问题,从而达到药到病除的效果。

达到这种效果的关键词就是自适应学习,通过收集学生数据,基于知识图谱,用算法匹配到最适合某个学生的学习材料、方法和路径。要做好自适应,首先涉及收集哪些有意义的学生数据以及是否能收集到,其次是对知识图谱的建立以及知识颗粒的切分,最后,也是最重要的,是找到最适合的算法组合匹配业务逻辑。后面这两点都依赖于人工智能技术,尤其是机器学习技术。

自适应学习,第一步是找到采集海量数据的方法。

大数据需要一个量的累计。就眼前来说,采集 K-12 学生的海量数据并非易事,也许需要某种技术上的突破,才能真正采集到大数据。为何不容易采集到学习的大数据呢?第一,学校作业基本还是在纸上完成,并没有被电子化。第二,虽然有很多学习 APP,然而大部分家长不允许孩子们长时间使用移动设备。第三,能够被采集到的考试数据其实只是学生学习中的单点,而不是线。一件事情若不连续,那么数据就是被扭曲的。而要拿到学生数据,也许还需要在智能硬件上的突破。

其实,除了学习数据,对学习有影响的还包含行为数据、性格数据,以及学生的背景信息等。譬如,一个学生是否学得好,除了他的答题和作业,或许还和他的家庭背景有关,甚至与他和辅导员是否经常交流、住在哪间寝室都相关。

从另一个角度来说,有时有了大数据,却用不起来。这就和最开始的设计相关。若是没有目的地收集各类数据,并不能对我们的研究或实践起到任何指导作用。因此,做好学习分析只是第一步,需要基于研究证实的数据分析框架,并且不断试验和迭代,找到最适合的算法让机器系统可以做优秀教师能做的事。

## 2. ChatGPT 和自适应学习的对比分析

ChatGPT 涌现出与人类相当的语言理解能力和通用问题分析能力,而这可以帮助自适应学习系统理解学习内容,读懂学生行为并且综合分析学生的薄弱环节,完善自适应反馈闭环。因而,可以说 ChatGPT 拥有强大的“自适应”学习能力。

不过,真正的自适应学习包括实现机制和自动化程度两方面,最原始的自适应学习即人类教师实施的因材施教的教学方法,具体手段因人而异,自适应效果不一而足,难以普及和规模化。

下面以自适应学习智能教学系统的一般架构为框架,对比分析 ChatGPT 和自适应学习。

### (1) 知识领域模型。

ChatGPT 拥有庞大的知识库,通过对其生成内容的格式进行精细把控,我们可以利用其语言生成能力直接生成所需的学习内容,这会给人一种系统已经具备常识的印象。

然而,它的“知识”主要存储在从语料库中习得的大型神经网络中,在实施准确、可靠的形式化推理时,它可能会显得力不从心,甚至出现知识“幻觉”。

相比之下,自适应学习具备专门的产生式学科知识库以及自身的领域模型,包括领域知识库与推理引擎。当下主流的各大自适应学习平台,都将知识图谱作为其学习内容建模、学习者画像建立的关键技术。

知识图谱是一种信息建模技术,它将信息存储为信息节点(node)以及节点间的联系(link),联系的存在使得信息从一团散点化身为一幅图谱,进化为知识。因此,教育过程中的学习知识被抽象化为学习知识图谱中的联系。

知识图谱需要由具备一定教育、心理与数学学科素养的专业人员来构建,这也是自适应学习开发成本较高的原因。自适应学习的知识库使其能够在特定的小领域内,利用符号运算进行精确推理。

## (2) 学习者模型。

ChatGPT 会保存用户输入的提示内容,以会话的形式实现有情境的多轮次对话。因而,可以作为智能辅导系统,根据学生的学习情况和学习风格,提供个性化的学习建议和指导。同时,ChatGPT 也可以作为教学评估工具,对学生的学习成果进行评估和反馈,帮助教师更好地了解学生的学习情况和表现,从而更好地调整教学策略和方案。

但是,大模型本身并不会记录这些数据,下次再进行学习对话时,又是重新开始。因而,需要为 ChatGPT 引入外部数据库并对学生相关数据进行永久存储,不断根据学生的回答和表现,智能地调整学习内容和难度,以更好地适应学生的需求和能力水平。

另外,ChatGPT 本身并没有教学专家为其设定的适应策略,无法根据学生表现来确定适应的程度。ChatGPT 的策略是一个黑盒子,是无法解释且模糊不清的,因而,在适应策略方面也需要进行专门的训练。

自适应学习系统具有复杂的学生模型,能够准确地表征学生在特定知识领域的掌握情况。这种模型可以分析学生的学习行为,例如答题正确率、答题速度等,从而了解学生在哪些方面已经掌握,哪些方面还需要进一步学习。

在自适应学习中,学生模型是关键的一部分。它能够根据学生的表现和进步情况,动态地调整学习内容和难度,以提供最适合学生的学习材料和挑战。学生模型不仅考

考虑学生当前的表现,还考虑学生过去的表现和学习轨迹,以预测学生未来的学习路径和需要。

通过复杂的学生模型,自适应学习系统能够更好地理解学生的学习需求和困难,并提供个性化的学习体验。这种学习方式可以帮助学生更好地掌握知识和技能,提高学习效果。同时,自适应学习系统还可以通过数据分析和机器学习技术不断优化和改进,以更好地适应学生的学习需求和变化。

ChatGPT,虽然博学多才甚至无所不知,知识领域全面覆盖,却难以做到因材施教。它拥有无尽的智慧,却唯独不知道“材”本身——也就是每个学生自身的特点。或许可以说,它并不在乎这些,因为它早已拥有了所有的知识。

一位能够因材施教的好老师与 ChatGPT 的差异在于,学习者需要知道如何在 ChatGPT 面前提问,写出正确的 Promt,以便获得有针对性的答复。而一位因材施教的好老师在学习者尚未清楚自己的需求时,就能够凭借其专业知识和经验,提供恰到好处的引导和帮助。简单来说,ChatGPT 与因材施教的好老师之间的差距,就在于自适应能力的缺失。

此外,如果我们将 ChatGPT 技术用作虚拟 AI 教师,那么它不应该仅满足于回答问题。相反,它应该能够全面介入学生的学习过程,提出追问、进行分析并给予提示性干预。然而,目前 ChatGPT 的数学计算诊断能力尚不能令人完全满意。

最后需要指出的是,ChatGPT 难以替代教师的指导与激励作用。因为这不仅是关于知识的学习,更是关于人际交往和社会责任的学习。教师的角色在于通过互动和交流激发学生的内在动力和学习兴趣,这是 ChatGPT 难以实现的。

### (3) 教学模型。

ChatGPT 确实储存了大量的关于教育学、心理学以及各种教学方法策略的信息,这些信息主要以陈述性知识的形式存在,这使得它能够提供详尽和准确的回应。然而,与自适应学习系统相比,ChatGPT 在“执行”这些知识并将其应用于实际教学方面稍显不足。

根本问题在于,尽管 ChatGPT 拥有大量的知识储备,但它并不能真正“理解”这些概念的含义并加以应用。它无法通过深入的对话来使自己“理解”这些概念,这使得它在处

理一些更抽象和复杂的教学问题时,表现得力不从心。许多教学问题的抽象程度已经超出了 ChatGPT 的理解能力,这使得它的效果出现了震荡。

要解决这个问题,不仅要指出问题的根源,还需要采取专门的训练和优化措施。例如,可以通过增加 ChatGPT 对特定领域知识的训练,以提高其对教学问题的理解能力;也可以通过引入更多的教师反馈和评价,以帮助 ChatGPT 更好地理解和应用教学策略。通过这些措施,我们可以提高 ChatGPT 在教育领域的实用性和效果。

自适应学习是一种先进的学习系统,它依赖专门的教学模型作为其理论基础,其中最基础的就是 ACT-R 理论。ACT-R 理论是一种强大的学习模型,能够根据学生的个体差异和需求,动态地调整学习内容和难度,以最大限度地提高学习效果。相比之下,ChatGPT 给出的教学设计优化建议,其质量远远低于一些自适应学习系统的反馈。这表明 ChatGPT 在这方面的能力是相对较弱的,因为它并没有接受过教学方面专门的训练和优化。

ChatGPT 是一个基于深度学习的自然语言处理模型,虽然它能够进行一定程度的对话和问答,但在处理教学问题方面还存在很大的局限性。自适应学习系统则不同,它们经过专门的训练和优化,能够根据学生的学习情况和需求,提供更加精准和个性化的学习建议和资源。因此,与自适应学习系统相比,ChatGPT 在处理教学问题方面还存在很大的差距。

自适应学习系统在处理教学问题方面具有更高的准确性和个性化程度,而 ChatGPT 在这方面的能力还有待提高。因此,在教学设计优化方面,自适应学习系统具有更高的参考价值。

ChatGPT 在学科学习任务的问题解决和方案设计方面,需要“教师的大脑”给予引导,以实现在具体问题层面的良好支撑以及在大问题的解决方案支撑和补充上发挥重要作用。ChatGPT 能够为教师提供非常好的启发,帮助教师在脑海中迅速构建一个真实的课程体系搭建面貌。同时,ChatGPT 能够根据不同类型的教学情境,如生活、虚拟、跨学科等,分别给出一些教学设计中可供参考的“信息”。与实体教师团队相比,ChatGPT 具有不知疲倦的优点,表现也更为出色。

如果将 ChatGPT 与人类教师的大脑相结合,再有一个实体的课程研发团队,这样的

组合将远超任何一个人类的课程设计团队组合。ChatGPT 完全具备作为教师助手的能力,虽然这种能力的开发需要在应用层面进一步的思考和搭建系统,以使其对教师更为友好,但毫无疑问,ChatGPT 具备这样的能力。

#### (4) 自适应引擎。

ChatGPT 在自然语言对话能力方面展现出了卓越的性能,这是以往智能教学系统所无法比拟的。它能够进行流畅、自然的语言交互,为使用者提供更加真实的辅导体验。因此,如果 ChatGPT 在对话辅导性能上超越了自适应学习系统,这并不出人意料。

然而,对于相对抽象、复杂的问题和任务,ChatGPT 的回答和理解尚未达到令人满意的程度。在面对这类问题时,它可能会出现理解不足、回答不准确的情况。同时,它的答案也并非完美无误,有时可能会存在一些语法错误或逻辑不严密的地方。

因而,ChatGPT 在交互方式上仍有一定的局限性,它尚无法模拟出一些特定技能解决问题的学习环境,例如,自适应学习系统能够进行的解方程流程。除了写作、编程等可以通过自然语言实现的技能训练之外,其他领域的技能训练可能会受到一定的限制。

不过,对于相对具体的问题或需要教师思考的问题,ChatGPT 还是可以辅助快速提供较高质量的信息。因此,ChatGPT 仍然具有很大的发展潜力。随着技术的不断进步和优化,相信它将来会在辅导性能上实现更大的突破。所以,对于需要自然语言对话辅导的用户来说,ChatGPT 仍然是一个值得考虑的选择。

### 3. 总结

根据前面的分析,ChatGPT 要想实现更为广泛的领域的教学,需要修改或补足领域模型、学生模型、交互模型等,但其大模型为对话、领域知识打下了很好的基础,是非常有发展前景的智能教学系统的基础功能模块。

我们可以看到,在教学行为(活动、任务)层面,ChatGPT 可以进行对话辅导、技能训练、讲授演示、协同创作、交互评价等活动。然而,它缺乏课时、单元、课程等上层结构,并且其基础行为“动作”也面临着可信性和准确性不高的挑战。

因此,即使 ChatGPT 已经表现出接近人类的自然语言理解与生成能力,它仍然难以满足教学辅导对精准、正确表达的需求。要真正落实到教学应用中,仍需要补充大量的知

识,才能从教学行为层面扩展到课时、单元、课程层面。虽然由于神经网络模型的“黑箱”性质,ChatGPT 要整合人类某个领域的知识并非易事。不过,ChatGPT 所拥有的强大语言和推理能力,为计算机“教”学生提供了广阔的想象空间。

真正达到通用人工智能级别水平的自适应学习系统,可以做到拿到任何一道学科题目时,通过 NLP 审题为数学关系,然后用多种策略得到正确答案,并且在看到别人的答案时,判断答案是否正确。

一个简单粗暴的想法是,像 LLM 一样大力出奇迹,试图略过推理引擎,直接拿着几百万道题目做 Char-RNN(字符级循环神经网络),实现题目序列与解析序列的映射,但很显然这个想法是不可行的。可以认为答案就是如同程序代码一样的,是具有其内在逻辑的,然而目前 Char-RNN 根本没有能力生成任何有真实意义的代码,最多只能生成一些格式上看起来正确,但是没有任何含义的代码。

这件事情如果要做成,必须死磕推理逻辑。这个其实会像 AlphaGo 一样,除了一个深度学习的价值和策略网络以外,也需要一个通晓逻辑的知识图谱,在数学运算这种场景下,一样也是需要“阅读理解”和“推理逻辑”两个部分。毕竟一道题目里,学生可能会出现错误类型实在是太多了。

例如,一对一几何课。全国每个学生配备一个最厉害的 AI 老师,他能够有针对性地解决你的学习问题,你做题并不需要在计算机上,依然是用笔和纸,但是它会随时提示你,学习的过程由过去的很长时间才有反馈,变成了像游戏一样,很快就有反馈并得到进步。对比当下的扫题软件,学生哪里不会就去哪里抄答案。而自适应学习系统则是,哪里卡住了,算错了,哪里就小小地提醒一下。这种教学方法才能真正帮助学生成长和前进。

### 3.1.2 自适应学习与个性化学习、深度学习的区别

每个关注教育发展动态的教育工作者,可能多少都会听到一些新概念,如深度学习(deep learning)、个性化学习(personalized learning)、自适应学习(adaptive learning)。但是,看到“学习”二字,请务必先冷静下来,虽然它们都有“学习”二字,但是其实并非同类,甚至相去甚远。

首先,对个性化学习和自适应学习两个概念进行区分。教育技术界提到自适应学习

时,常常也会用到另外一个概念——个性化学习。有些人甚至把它们当成一回事,但是,其实它们并不相同。美国国家教育技术 2017 规划对个性化学习定义如下:个性化学习是根据每个学生的需求,调整各个学生的学习进度和方法的一种教学模式。学习的目标、教学方法和教学材料(及其序列)都能够根据学生的需求而变化。

个性化学习是指以反映学生个性差异为基础,以促进学生个性发展为目标的学习范式。个性化学习是通过特定学生的全方位评估,发现和解决学生存在的学习问题,为学生量身定制不同于他人的学习策略和学习方法,让学生更为有效地学习。每个学生都是与众不同的,有自己独特的天赋特性、偏好和优势,也有不同于别人的弱点。解决学生的学习问题,应当用个性化的方法去适应其在学习上的要求。因而,这种学习活动对于每个学生而言都是有意义的,因为学习常常由学生自发的兴趣驱动。

其实,用一个很常见的成语就能够把“个性化学习”做的事说明白:因材施教。伟大的教育家孔子早在 2000 年前就让许多人明白,因材施教是一名优秀教师需要学会的技能。而自适应学习则是以人工智能学习、模仿这名教师或全世界所有优秀教师的技能,希望通过计算机模拟这样一名优秀教师可以做到的事情,并且无限复制,让每个学生都能有一名优秀的私人教师对其进行个性化的教育。

自适应学习正是受到这种理念的影响,试图改变如今正广泛应用于传统教育中的非个性化学习方法无法实现更高质量教学的现状,自适应学习系统努力将学生从信息的被动接受者转变为教育过程的协作者。自适应学习系统主要应用于学历教育,另外就是应用于技能培训。

自适应学习是一种以计算机作为交互式教学设备的教育方法,计算机结合学生的独特需求和反馈,为其量身打造学习计划,而且根据每个学生的独特需求来协调人力和调节资源的分配。计算机根据学生对问题、任务和经验的反馈所反映的需求调整教学材料。该技术涉及计算机科学、教育学、心理学和脑科学等研究领域。

自适应学习系统已被设计为 PC 程序、Web 程序,得以在几种教育体系中加以应用,例如,自适应多媒体、智能辅导系统、计算机化适应性测试和计算机助教。

因而,自适应学习和个性化学习相近而又不同。个性化学习是一个描述一系列诸如能力本位学习、差异化教学、教学模式等方法和模型的涵盖性术语。个性化学习实现的途

径多种多样,可以是教师或者学生本人根据自身的需求选择适合的学习资料和策略,也可以在对学习环境分析后自动为学生选择。但它对技术的应用不是最重要的,甚至不是必需的。而自适应学习则是一种实现学生个性化学习的具体方法,更多的是数据导向型的,根据实时收集到的数据分析学生的能力水平,并且以此推荐此时此刻最适合的学习材料(包含材料类型,如视频、文字等)和策略。真正要实现对每一个学生的个性化教学,必须借助自适应学习完成。

深度学习概念则是源于神经网络的研究,是机器学习研究中的一个新领域,其动机在于建立、模拟人脑进行分析学习的神经网络,它模仿人脑的机制解释数据,如图像、声音和文本。

追溯深度学习如何成为教育圈的热门词汇,要回到2014年5月:Coursera的联合创始人吴恩达(Andrew Ng)加入百度担任首席科学家,并且负责百度研究院的领导工作。因为吴恩达本人拥有“机器学习和人工智能领域国际最权威学者之一”的神秘光环,深度学习又作为这个领域的重点研究之一,配以Coursera的标签,教育圈借用计算机行业的这个名词迅速迎来一股“深度学习”的科技风,然而,此深度学习非彼“深度学习”。

那么,深度学习为何重要?

第一,它模拟了大脑的结构和行为,在连接人和服务的通路上扮演非常好的角色,成为人工智能的“新大脑”。

第二,深度学习特别适合大数据。因为模型和计算的原因,它的数据规模不断增加,效果不断变好,因此它需要一个很宽的管道,才能够同时进出更多的数据信息。

第三,深度学习提供了一种非常灵活的建模语言。许多人认为深度学习是一个黑箱体系,可是它实质上是提供了一个框架,就像一种语言,而且它带来的语言框架在不同的模型里面都能够针对性地解决问题。机器学习也是这样,不只是一要懂数学,还要学会使用这个工具。

第四,图像和语言的联合处理。由于我们每时每刻都是将语音和图像同时处理的,譬如,我们看到一个图像,不只是一描述有什么物体,还要描述发生的故事。可是现今,用深度学习的程序就会自动生成,它能够像人一样生成自然语言,并且能够描述图像发生的故事。譬如,一个基于CNN的深度神经网络,中间会有一个中间层,上面是基于语言的深层

模型,那么它便能够从现有的 Word 中生成下一个 Word。

可以说,深度学习是目前人工智能的核心技术,正是深度学习极大地推动了人工智能的发展。

那么,深度学习与自适应学习、个性化学习的关系也就很明确了。

正如前面讨论的自适应学习与人工智能、大数据的关系,大数据是人工智能的基础,自适应学习是人工智能在教育领域的核心应用,而深度学习是目前人工智能的核心技术。由此可见,深度学习与自适应学习的关系非同一般。个性化学习与深度学习则没什么关系,不可同类而语。

目前可以看到深度学习在整个智能感知教育的应用方面非常成功。例如,在各种学习中,与语音识别技术关联最强的是怎么用智能感知技术帮助学生学习英语,培养汉语普通话及帮外国人学习语言。譬如,练习口语的学生把一些语音上传到系统后,软件就把这个语音与所说的内容对照起来,提取正确发音的一些特征,分析这个学生的发音有没有偏差,或是说口语是否十分流利,系统就能够分辨口语的质量。

深度学习未来更重要的应用方向是人工智能的认知领域。还是以学生口语练习为例,人工智能不仅知道学生每个单词发音是否正确,而且智能认知还能把说话的内容对齐起来,分析这个句子是否有语法错误,或是说全句组织是否通顺,还能够分辨学生朗读的质量,并指导学生进行正确的朗读。

深度学习的智能认知正是进行自适应学习的前提。通过深度学习的智能认知让自适应学习系统能够了解到每个学习者不同的学习状态、学习可能与学习需求,使自适应学习成为可能。

### 3.1.3 自适应学习系统与计算机辅助教学、智能教学系统的辨析

在自适应学习系统(adaptive learning system, ALS)出现前,计算机辅助教学(computer aided instruction, CAI)、智能教学系统(intelligent tutoring system, ITS)等概念与系统早已流行,但一些教育工作者和教育技术工作者在实际运用中常发生概念混淆,不清楚它们之间的差别和关系。

维基百科这样介绍 CAI: 计算机辅助教学是在计算机辅助下进行的各类教学活动,

以对话方式与学生讨论教学材料、安排教学进程、进行教学训练的方法与技术。计算机辅助教学是指用计算机帮助或者取代教师执行部分教学任务,向学生传授知识和提供技能训练的教学方式。

智能教学系统是教育技术学中重要的研究领域,没有人类导师指导的状况下,它借助人工智能科技在帮助学生获取知识和技能方面起着重要的作用。自20世纪70年代以来,很多国家和地区都非常重视智能教学系统的研究、开发和应用。ITS的核心是:系统会随时收集学生的行为与评测结果,通过动态地调整,提供给学生最适当的材料、反馈、提示、练习或者测验题目,以提升学生学习成效、动机,节省时间,并且保持学生在最佳的挑战范围内。

自适应学习是一种运用计算机作为互动教学设备,而且根据各个学生的独特需求,对人力和媒体化资源的分配进行安排的教育方法。计算机通过学生对题目、任务和经验的反馈获知其学习需求,并且据此推送教材。这项科技包含了源自计算机科学、教育学、心理学及脑科学等研究领域的很多方面。

自适应学习系统是指根据学习材料和学习方式的不同,能够将人的学习分为3种不同的类型,它们是机械的学习、示教的学习及自适应的学习。在学习过程中提供适应的学习环境、实例或场域,通过学生自身在学习中的发现总结,最终形成理论和能自主解决问题的学习方式。

从这3个定义中,我们可以看出,计算机辅助教学涉及的范围最广,只要有计算机参与教学的活动,都可以算是CAI。而ALS次之,不仅可以包括ITS的一些功能,而且可以包括ITS没有的一些功能,如智能测评、智能教育管理等。

## 3.2 自适应学习的理论研究

教育实践者进入这个实践共同体之后,或多或少都会受到各种理论不同程度的影响,并且持有清晰或模糊的不同倾向的观念。

影响人类学习最重要的因素究竟是什么?对于这个问题,不同的学习理论给出了不同的回答。它们从不同的视角看待学习,关注的重点也不同,有些单方面强调学习的结

果,有些研究影响学习过程的方法,还有些关注学习发生的环境。实际上,学习太过复杂,与人类生活的方方面面息息相关。人们在朗读中学习,在测试中学习,在交流中学习……甚至在学习中学习。

因而,在教育与学习领域显然没有哪种教学方法能够在任何条件下都有效或者无效。最多能够说,一些方法能够在特定条件下帮助学生实现特定的学习效果。由于学习这个系统太复杂,我们无法泛泛地说某种因素在任何状况下都优于其他因素。

自适应学习作为一种具有重大意义的以智能学习为主导的多学科综合性探索工具,也有必要引入和借鉴各种学习理论成果展开研究。关于自适应学习的理论研究,国外介入该领域较早,并且相继取得了较丰富的成果。最早由布鲁希洛夫斯基首次提出“自适应学习”的概念,之后,不少学者从理论的高度对自适应学习展开了研究。

本节从对自适应学习研究的不同理论开始,介绍其不同的理论研究方向。

### 3.2.1 心理学

#### 1. 完形心理学

完形心理学(Gestalt psychology)又音译为格式塔心理学,是西方现代心理学的主要学派之一,诞生于德国,后来在美国得到进一步发展。该学派的创始人是韦特海默,代表人物还有柯勒和考夫卡。该学派既反对美国构造主义心理学的元素主义,也反对行为主义心理学的刺激——反应公式,主张研究直接经验(即意识)和行为,强调经验和行为的整体性,认为整体不等于并且大于部分之和,主张以整体的动力结构观研究心理现象。

格式塔心理学的产生除了受特定的社会历史条件影响外,还受其哲学背景影响。首先就是康德的哲学思想。康德认为客观世界可以分为“现象”和“物自体”两个世界,人类只能认识现象,而不能认识物自体,而对现象的认识则必须借助人的先验范畴。格式塔心理学接受了这种先验论思想的观点,只不过它把先验范畴改造成了“经验的原始组织”,这种经验的原始组织决定着怎样知觉外部世界。康德认为,人的经验是一种整体现象,不能分解为简单的元素,心理对材料的知觉是赋予材料一定形式的基础,并以组织的方式进行。康德的这一思想成为格式塔心理学的核心思想源泉及理论构建和发展的主要

依据。

格式塔心理学的另一个哲学思想基础是胡塞尔的现象学。胡塞尔认为,现象学的方法就是观察者必须摆脱一切预先的假设,对观察到的内容作如实描述,从而使观察对象的本质得以展现。现象学的这一认识过程必须借助人的直觉,所以现象学坚持只有人的直觉,才能掌握对象的本质,并提出了具体的操作步骤。这对格式塔心理学的研究方法提供了具体指导。

格式塔心理学把直接经验作为自己的研究对象,这种直接经验是一种自然现象,只能通过观察发现,因此格式塔心理学强调运用自然观察法。但由于直接经验中也包括一种类似意识的东西,而对这一部分的研究必须依赖于主体的内省,但是内省不能用作分析,只能用来观察。不管是观察,还是内省,格式塔心理学都要求从整体上把握。

格式塔心理学以直接经验(或称现象经验)和显明行为作为研究对象,因此该流派在具体研究中除了使用整体观察法,还运用实验法。格式塔心理学运用的实验法主要是实验现象学方法。

(1) 主要理论观点。

1) 同型论。

同型论(或同机论)(isomorphism)指一切经验现象中共同存在的“完形”特性,在物理、生理与心理现象之间具有对应的关系,所以三者彼此是同型的。这是格式塔心理学家提出的一种关于心物和心身关系的理论。格式塔心理学家认为,心理现象是完整的格式塔,是完形,不能被拆分为元素;自然而然地经验得到的现象都自成一个完形,完形是一个通体相关的有组织的结构,并且本身含有意义,可以不受以前经验的影响。格式塔心理学家认为,物理现象和生理现象也有完形的性质。正因为心理现象、物理现象和生理现象都具有同样的完形性质,因而它们是同型的。格式塔心理学家认为,不论是人的空间知觉,还是时间知觉,都和大脑皮层内的同样过程对等。这种解决心物关系和心身关系的理论就是同型论。

2) 完形组织法则。

完形组织法则(Gestalt laws of organization)是格式塔学派提出的一系列有实验佐证的知觉组织法则,它阐明了知觉主体是按什么样的形式把经验材料组织成有意义的整体

的。在格式塔心理学家看来,真实的自然知觉经验正是组织的动力整体,感觉元素的拼合体则是人为的堆砌。因为整体不是部分的简单总和或相加,整体不是由部分决定的,而整体的各个部分则是由这个整体的内部结构和性质决定的,所以完形组织法则意味着人们在知觉时总会按照一定的形式把经验材料组织成有意义的整体。

格式塔心理学家认为主要有5种完形法则:图形—背景法则、接近法则、相似法则、闭合法则和连续法则。这些法则既适用于空间,也适用于时间,既适用于知觉,也适用于其他心理现象。其中,许多法则不仅适用于人类,也适用于动物。在格式塔心理学家看来,完形趋向就是趋向于良好、完善,或完形是组织完形的一条总法则,其他法则则是这一总法则的不同表现形式。

## (2) 学习理论。

以组织完形法则为基础的学习论是格式塔心理学的重要组成部分之一,由顿悟学习、学习迁移和创造性思维构成。

### 1) 顿悟学习。

顿悟学习(insightful learning)是格式塔心理学家描述的一种学习模式。所谓顿悟学习,就是通过重新组织知觉环境并突然领悟其中的关系而发生的学习。也就是说,学习和解决问题主要不是经验和尝试错误的作用,而在于顿悟。

### 2) 学习迁移。

学习迁移(learning transfer)是指一种学习对另一种学习的影响,也就是将学得的经验有变化地运用于另一情境。对于产生学习迁移的原因,桑代克认为是两种学习材料中的共同成分作用于相同的神经通路的结果,而格式塔心理学家则认为这是由于相似的功能所致,也就是由于对整个情境中各部分的关系或目的与手段之间的关系的领悟。例如,在笼中没有竹竿时,猩猩也能用铁丝和稻草代替竹竿取香蕉,这就是相似功能的迁移。

### 3) 创造性思维。

创造性思维(productive thinking)是格式塔心理学颇有贡献的一个领域。韦特海默认为创造性思维就是打破旧的完形,形成新的完形。在他看来,对情境、目的和解决问题的途径等方面相互关系的新的理解是创造性地解决问题的根本要素,而过去的经验也只有在一个有组织的知识整体中才能获得意义,并得到有效使用。因此,创造性思维都是遵

循着旧的完形被打破,新的完形被构建的基本过程进行的。

因此,持有这一范式的研究者认为感知和思维过程是重新组织的过程,或者是把问题情境的某一方面与其他方面相联系的过程,并且这一过程导致了结构性的理解。在这个过程中,重要的是为学生提供解决问题的线索,帮助他打破组织情境的常规方式或者定势。他们较为强调从整体上思考问题的重要性,并且区分了生产性思维(对情境和环境的交互的无计划反应,它带来了洞见和理解)和再生性思维(通过先前的经验和已有的知识解决问题),其中生产性思维被认为是最重要的教育目标。

基于格式塔心理学范式,教学应当阐释清晰的结构以及结构化的不同程度;为下一步的学习进程提供线索;规划学习进程;阐释教学过程中必需的要素;指出学习过程中的差距;解释明智的、生产性的处理特定任务的方式。

## 2. 行为主义

行为主义(behavioral psychology)形成于20世纪初期,20世纪50年代和60年代盛行于美国和其他西方国家,行为主义的主要观点是,心理学不应该研究意识,只应该研究行为,把行为与意识完全对立起来。在研究方法上,行为主义主张采用客观的实验方法,而不使用内省法。

主要观点可以概括为:心理学是一门自然科学,是研究人的活动和行为的一门学科,要求心理学必须放弃与意识的一切关系。就此,行为主义提出两点要求:第一,心理学与其他自然科学的差异只是一些分工上的差异;第二,必须放弃心理学中那些不能被科学普遍术语加以说明的概念,如意识、心理状态、心理、意志、意象等。

要求用行为主义的客观法反对和代替内省法,认为客观方法有4种:第一,不借助仪器的自然观察法和借助仪器的实验观察法;第二,口头报告法;第三,条件反射法;第四,测验法。斯金纳则属于新行为主义心理学,他只研究可观察的行为,试图在刺激与反应之间建立函数关系,认为刺激与反应之间的事件不是客观的东西,应予以排斥。斯金纳认为,可以在不放弃行为主义立场的前提下说明意识问题。

主要思想:“观察学习”又称为无尝试学习或替代性学习。由于人有通过语言和非语言形式获得信息以及自我调节的能力,使得个体通过观察他人(榜样)表现的行为及其结